

輝度変化に伴う現象体験の変容について

—その多次元性—

太田 博雄

(1975年1月31日 受理)

Light Perception with Changing Luminance

—Its Multi-Dimensionality—

Hiroo Ota

1. 現象体験とことばの関係

われわれは様々な刺激布置状況に於て様々な現象を体験する。そしてそれらの現象体験を互いにコミュニケーションするのに、それに見合ったことばを用いることになる。

音の強度を増せば音が「大きくなった」と感ずるし、周波数を増せば「高くなった」と感ずる。しかし、われわれは「緻密さ」の変化や「太さ」の変化、あるいは「明るさ」の変化などの表現によって言い表わすことも可能である。一般に純音についての变化可能な物理的次元としては振幅と周波数そして位相差が考えられるが、その中で前二者の次元の変化によって引き起こされる現象体験は二次元にとどまらず上述のごとく多数におよぶ。たとえ同一の現象体験であっても、それを「高さ」と表現するか「明るさ」と表現するかは自由であって、それは表現の適切性の問題となるが、更に問題として残されるのは、異ったことばによって表現される現象体験が異った内容のものであるか否かの保障に関することである。たとえ表現が違っても、それが指示している原体験は同じものであることもあり得るからである。ここで、一般に「刺激布置状況—現象体験—表現語」三者の適切なる整理、統合が必要になってくる。

この問題は特に純音についての感覚の属性に関する問題として最も強力に押し進められて来たように思われる。Stevens, S. S.¹⁾ は他の属性が変化しても、恒常性を保ち得ることをもって属性の独自性の基準とした。そして「太さ」や「緻密さ」、「高さ」などはどれも独自の現象体験に対して付されたことば。すなわち他とは独立した音の属性であることを示した。

以上音の属性について見てきたが、問題は光の世界においても同様である。Katz, D.²⁾ は“The World of Colour”の§4. The Mode of Appearance in Everyday Languageの中で、日常の言語的表現の中に、色の現われ方 mode of appearance of colour に関する違いがいかに反映しているかについて検討を行うことの有意義さを指摘し、色の見えの世界に関する日常の表現語の分析をとおして、その構造を明らかにすることの必要性を説いている。

われわれは日常、しばしば色の「鮮かさ」について言及するが、これは一般に「飽和度」あるいは「彩度」なる語と異語同義的に使用されている。色は「色調」と「明るさ」において変化するだけでなく同一色調、同明度の色もどれだけ無色に類似しているかにより異なる。無色の方向への変色をあらわすものが「飽和度」である。いわゆる色の三属性であるが、相馬氏³⁾や木村氏⁴⁾によると、われわれが日常使用している「鮮かさ」の概念は現在尺度化されている「飽和度」とはかなりずれた属性であり「鮮かさ」なる体験は「明るさ」と「飽和度」とを包越する現象体験と言える。すなわち「鮮かさ」は「明るさ」でも「飽和度」でもないのである。同様のことが色の「深み」などについて言えることであろう。

われわれが日常的にげなく使っている表現語が実は色の見えの世界の構造を明らかにするうえで、重要な手掛りを与える可能性をもつことを考えると、いわゆる属性研究の一方向として、日常使用されている表現語の分析統合の方向を考えることが重要となつてこよう。

われわれは真夏の太陽をながめるときに有する現象体験に対し「まぶしさ」、「かがやき」などのことばを付し、星をながめたときの現象体験を「きらめき」「きらきら」「ちかちか」などのことばによって表現する。また、実験室の中で小光点の輝度を上げていくと、はじめは見えるか見えないかの光も、しだいにその「明るさ」を増していく。輝度の増大に対応する見えの世界を表現するのに、われわれはもっともふつうに「明るさが変化した」という言い方をする。もっと輝度を上げていくとどうであろうか。われわれは単に「明るさが増していく」という表現だけでは言いつくせないような現象体験を有してくる。輝度を増大させるにしたがって、「明るさ」の変化を体験する以外に、低輝度から受けるのとは違った異質な現象体験が生じてくる。即ち、赤みが勝ったあわい黄色の光は白みを増し「かがやき」はじめてくる。暗黒の背景にうかびあがった光点は、上下左右に線を有し、「まぶしい」という表現をすることが適切となるようなレベルに達してくる。この「まぶしさ」を感じず程度の輝度レベルでも輝度を更に上げればやはり「明るさ」感は増大するように思われる。この場合「まぶしさ」もまた増すようである。

われわれはある刺激状況において経験しうる現象について、ある一定の表現を与えることによって他の現象についての体験と区別する。しかし、上述のように、たとえば高輝度という一定刺激条件において「明るさ」の上昇という表現と共に「まぶしさ」の増加という表現も共に可能である場合、これら異った表現によって我々はどのように異った現象体験を指し示しているのかが問題になる。それは上述したように“属性の独自性の問題”として特に音の感覚の領域において明確にとりあげられてきたことである。

暗背景中の小円図形について一つの物理的次元上の変化として輝度の変化を考えるならば、それに伴う見えの世界の変化は、はたして単一の次元の変化として記述可能であろうかという疑問があげられると共に、輝度変化に対する見えの現象体験の多次元性についての検討が必要と感じられるのである。

本報告においては、その出発点として高輝度条件時での異った表現による現象体験が異質的なも

のなのか、あるいは同じ現象体験を異なることばによって言いかえたにすぎないのか。互いの独自性を吟味し、もし異質なものであるのなら、どのような点で異った現象体験であるのかを明らかにしようと思う。

2. 「明るさ」と「まぶしさ」(第1実験)

—属性としての独自性の検討—

ここでは高輝度レベルでの輝度変化にともなう「明るさ」変化と「まぶしさ」変化という2つの異った表現による現象体験が異質なものであるのか、あるいは同じ現象体験を異なる表現で単におきかえたものなのかという属性としての独自性に関して検討をおこなう。

方 法

属性の独自性の検討は Stevens, S. S. が示したところの基準、すなわち“他の属性が変化するとき、独立的な恒常性 independent constancy が保持されるかどうか”の基準にしたがっておこなわれる。予備実験により「明るさ」「まぶしさ」共に刺激強度と刺激面積により影響を受けることがわかった。そこで刺激強度と刺激面積の joint function として両属性の等感覚曲線をとらえ、互いに他の属性が変化するとき、独立的な恒常性が保持されるか否かを検討する。

被験者；心理学専攻男子学生3人。

教示；約10分間の暗順応の後、被験者は次のような教示を受ける。「これから大きさの異なった2つの円い刺激を継時的に呈示します。標準刺激に較べて比較刺激が明るい、暗い、等しいかを観察報告して下さい」（「まぶしさ」についてもこれに準ずる。）被験者は約3mmの人工瞳孔をとおして単眼により観察を行なう。なお、刺激呈示前は強度のよわい赤色小光点を凝視していることを求められる。刺激は中心窩に呈示される。

刺激；標準刺激(Ss)は輝度6.3nit、大きさは視角33.6'の円刺激を使用。比較刺激(Sc)には4種類の大きさがある。即ち、視角22.8', 33.6', 57.6', 93.6'の円刺激である。Scのそれぞれの大きさに関して、Ssと「明るさ」および「まぶしさ」について輝度を変化することによって matching を行なう。SsとScの呈示時間は100msec その間隔は約1secである。

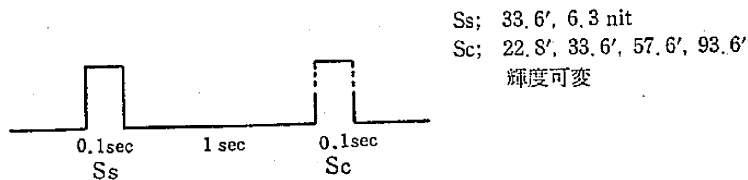


Fig. 1

光源は100V, 100Wの白熱電球であり、刺激はシャッターの開閉によって呈示される。判断は各種類のScについて極限法により「明るさ」、「まぶしさ」共に上下あわせて8回行なった。なお、刺

激の輝度変化は富士フィルム製 ND フィルターによりス 0.1 ッテプ (ND 番号) でおこなわれた。

結 果

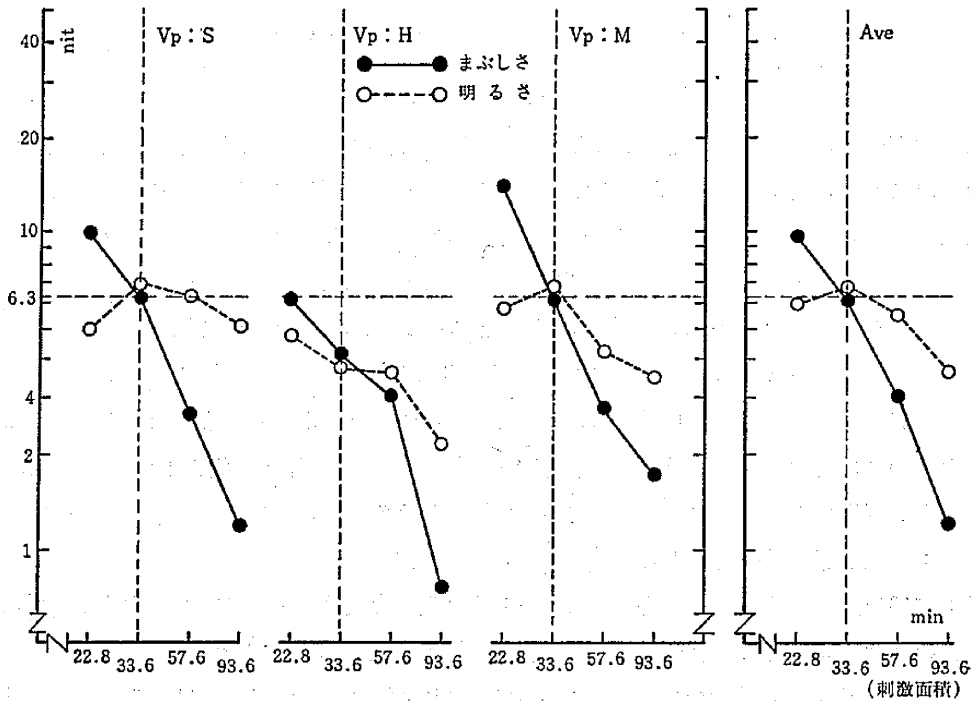


Fig. 2. 「まぶしさ」と「明るさ」の等感覚曲線

Fig2 は「まぶしさ」および「明るさ」の等感覚曲線である。刺激面積が大きくなるにつれて「まぶしさ」の等感覚曲線は下がっていくが、これは面積の拡大とともに等しい「まぶしさ」を得るために必要な輝度が低くてすむことを意味する。言い換えれば面積が大きくなるにつれて一層「まぶしさ」が増すということである。他方「明るさ」の等感覚曲線を見ると面積が大きくなるにつれて若干右下がりの傾向（但しある一定の面積以下のレベルでは一概にそうは言えないようである。即ち面積が増大するにつれて一定輝度の刺激は暗くかんじられるという傾向が見られる。この輝度-面積の補償関係については Diamond, A. L.⁵⁾ が詳しく研究を行っている。）が見られるが、「まぶしさ」ほどではない。

結 論

Fig 2 が示すように両者の等感覚曲線が一致しがたいことから、刺激次元を変化させることによって一方を恒常に保とうとすれば、他方は変化せざるを得ない。換言すれば一方が変化するときにも他を恒常に保つことが可能ということになり、このことは2つの属性が各々独自なものであることを意味する。即ち両者は異質の現象体験についての表現であると言える。

3. 「明るさ」と「まぶしさ」(第2実験)

— 尺度化 —

ここでは刺激輝度の上昇によって「明るさ」と「まぶしさ」の増大のしかたに違いが見られるかを検討する。

方 法

被験者；心理学専攻学生3名。

教示；約10分間の暗順応の後、被験者は次のような教示を受ける。「これから大きさの等しい2つの円い刺激を継時的に呈示します。はじめに出る刺激(Ss)の明るさを10の明るさとする後に、出る刺激(Sc)は数で言ってどのくらいの明るさに感じられますか。」(magnitude estimation法)

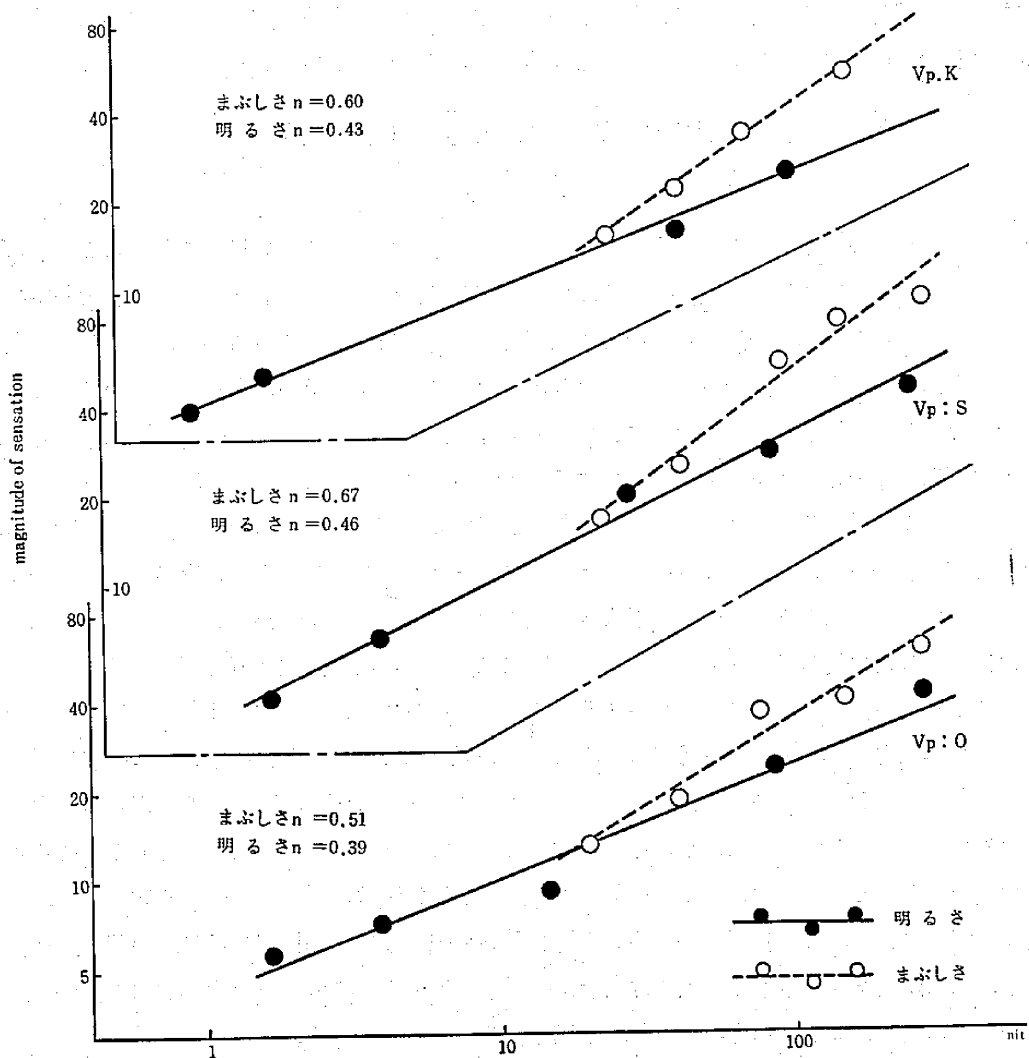


Fig. 3

「まぶしさ」についてもこれに準ずる。刺激の観察方法は実験 I と同様である。判断は Ss-Sc の各対ごとに 6 回ずつ順序ランダムにおこなう。

刺激；Ss は輝度 6.3nit, 大きさ 33.6' の円刺激。Sc は Ss と同じ大きさである。呈示時間および Ss-Sc の呈示間隔は実験 I と同じである。

結 果

結果は Fig3 のとおりである。各被験者とも「明るさ」および「まぶしさ」は輝度変化とほぼ直線的なベキ関数関係を示している。その直線の勾配は必ずしも各被験者で一致するとは言いがたく、従来の研究が示すごとく個人差の大きいことが示唆される。しかし「明るさ」のベキ指数と「まぶしさ」のベキ指数を較べてみると常に「まぶしさ」の方が大きく、両者の比をとってみるといずれも「まぶしさ」は「明るさ」の 1.4~1.5 倍程度である。このように、輝度を上げるに従って「明るさ」の増加率を上回って「まぶしさ」が増大することがわかる。即ち、輝度を増大することにより 2 倍の「明るさ」を得ようとおもうと 3 倍ぐらいの「まぶしさ」を感じるようになる。

4. 「明るさ」と「まぶしさ」（第 3 実験）

—内容の分析—

前二節により「まぶしさ」が高輝度レベルでの「明るさ」の単なる言い換えでないことを明らかにしたが、本節においては両表現下にある原体験、即ち評定の際に被験者がいかなる判断基準をもって区別していたかを明らかにする。そこで先ず被験者の内省を吟味することから始める。被験者 M は「「まぶしさ」を眼が刺激されるようなかんじを基準とし、目が刺激される度合いによって判断をおこなった」。被験者 S は「光が目を射るかんじ、光がパッとひろがるかんじ（光茫）を「まぶしさ」の判断とした。「明るさ」については色が判断の基準の一つとなった。即ち、白っぽいときは赤っぽい光より「明るい」ように感ずる。刺激図形の光の密度の粗密感も「明るさ」の判断基準になった。」被験者 H は「「まぶしさ」は目が刺激されるようなかんじ。光茫の出具合いが手掛りとなった。「明るさ」はなるべく刺激図形表面を見て大きさのちがう Ss と Sc について、同じ単位面積で比較した」と内省している。この他に予備実験に参加した数人の被験者も同じような判断基準を示している。即ち「まぶしさ」を判断するときの基準としては、全体的な印象、目にチカッとくるような光の圧力感、目を射るようなかんじ。更に光茫の見え方などを挙げている。他方「明るさ」の比較判断においては刺激表面の色、面積の大小にとらわれず単位面積、即ち円刺激の中心部分にのみ注意しておこなわれたようである。本節において述べる実験は「まぶしさ」と「明るさ」の原体験をとらえる目的で行なわれるのであるが、飯沼巖氏は、眼疾患に関する知見から、高輝度刺激が照射された場合網膜脈絡膜の終末血管である毛細管ないし毛様筋の毛細管の収縮、拡張がおこり、それが「まぶしさ」の原因ではないかと推察している。このような生理学的知見は、上述した被験者の内省に関する内容がある程度予測させるように思われる。

属性概念を現象体験すなわち意識的現実性 conscious actuality と考えるとき、それは Grund の

上に浮び上がった Figurのごときものように思われる。ある属性が意識されているときには他の属性は背景に退いている。Friedländer, Fernberger, Rudcill 等は, attitude の観点からこの機制条件を明らかにしようところみた。ここでは Fernberger, S. W.⁷⁾の研究にふれながら論を進めていこうと思う。彼はまずこの種の研究の端緒を Titchener に見い出している。生体は非常に単純な刺激を受けとったときでも(例えば重を持ち上げたり, 物にふれたりする場合でも)そこにはいろいろな現象体験が成立し得る。例えば, 触覚, 温度感覚, 筋肉運動感覚, 視覚……。Titchener は感覚の判断形成において stimulus attitude と process attitude に明確な区別をおこない process attitude のもとでは観察者は process のみを判断するように求められる。即ち, 刺激受容の過程のうちで様々な成立し得る現象体験のうちの一つにのみ注目し判断するように求められる。他方 stimulus attitude では観察者は「過程」を判断するのではなく「刺激そのもの」を判断する。これは “meaning” のレベルにあり, 複雑な判断過程だと考えられた。即ち刺激によって引き起こされる諸属性をもとにして刺激の特質を判断しようという「刺激錯誤」stimulus-errorをおこそうとするときの態度だと考えた。Titchener はこの二つの attitude を区別することの重要性を触二点弁別閾測定における測定値を問題にすることによって示した。二点弁別をおこなう場合「明らかな一点」と「明らかな二点」の間でいくつかの知覚形態があることに気づくが, stimulus attitude では, これらのうちのすべては「1つ以上の刺激」の意味を持ち, 故に「2点」として報告され, process attitude に較べて弁別閾はより小さく観察者がよりすぐれた感度を持つように見える。

このように感覚研究において attitude の役割を考慮することは重要である。このことは更に挙揚重量実験において示し得る。おもりをつまみあげるとき, 指先の圧感覚, 手首や前腕に位置づけられる筋肉運動感覚などいくつかの感覚様相が同時に存在する。Fernberger はこのおもりの弁別実験において被験者に三種のインストラクションを与えた。“(i) 指先の圧力感の強さを判断比較しなさい。(ii) 手首に定位される筋肉運動感覚の強さを比較しなさい。(iii) stimulus attitude をとり, おもりそのものに注意を向け判断しなさい。”実験の結果は被験者の訓練の程度によって異なり必ずしも明瞭な結果ばかりではないが, よく訓練された被験者においては弁別閾値が条件によって異なるというように stimulus attitude との分離が可能と思われる結果もみられる。

われわれは通常, リンリンなる音を耳の位置ではなく目ざまし時計の位置に定位する。即ち目ざまし時計が鳴っていると感じる。しかし, 時には耳の位置あるいは頭の中で鳴っているように音が定位されることがある。筆をもって物にふれた場合, 感覚は手許にあるというよりはむしろ筆の先のところにある。あたかも神経が筆の中をのびて先端に感覚器があるごとく感じる。結局 stimulus attitude とは, このように刺激により生じた感覚をまた再び刺激自体へと投射することによる刺激の判断であり, process attitude とは, 刺激により生じた生体の側での諸部位において体験される現象を判断する態度であり, 刺激によって生じる諸様相の中から一つを抽出する態度であると言える。この attitude の違いというのは刺激から受ける興奮をどこにプロジェクトするかの問題とも言える。

ところで、前二節の実験における被験者の内省から明らかにされたことは「まぶしさ」が刺激感、圧迫感、目を射るような感覚などの原体験を指し示していたということであった。高輝度刺激に対して生ずる感覚はおもりをあげたときと同様にいくつかの感覚様相が同時に存在してくるようにおもわれるが、「まぶしさ」はその一つではないだろうか。視覚は一般に「定位」の問題からすると味覚などと相対する遠感覚としての特徴をそなえるものとみなされている。即ち刺激により生じた感覚をまた再び刺激自体へと project する modality と考えられる。しかし「まぶしさ」はどうであろうか。内省から考えるに感覚を外在物へ投写するといった stimulus attitude による判断というよりは刺激によって生じた諸様相のうち process を抽出するといった process attitude が強く反映しているのではなかろうか、即ち高輝度刺激によって生じる光覚以外の様相の抽出、毛様筋ないし網膜、脈絡膜毛細管の拡張収縮にともなう筋肉的な緊張感の判断をして「まぶしさ」の表現をとったのではなかろうかと考えられる。換言すれば被験者は「明るさ」判断時には刺激自体へと感覚を投写する stimulus attitude をとり、「まぶしさ」判断の場合には刺激の引き起こす興奮を特に目の位置に定位することによって両者の区別をしようと努力していたのではなかろうか。

以上、飯沼の高輝度刺激時の生理学的知見と Fernberger らが明らかにした2つの attitude の違いから生じる感覚体験の相違、そして更に今回の実験で得られた観察者達の内省を合せ考えてみると、そこに「まぶしさ」と「明るさ」の二つの異った表現の背景にある現象体験の異質性が明らかになるように思われる。第3実験においては「まぶしさ」という表現をとらず、他の被験者により process attitude で刺激による興奮を眼の位置に定位し判断を求めることによって「まぶしさ」の原体験について実験的に検討を加えてみたいと思う。

方 法

被験者；心理学専攻学生3名（前実験とは異なる）

指示；挙揚重量実験を例にとり process attitude と stimulus attitude について簡単に説明した後で次の二種類の指示をおこなう。

(i)“光によってあなたの眼のところで感じられる刺激感について判断報告して下さい。”(ii)“刺激自体に注目し、その明るさを判断して下さい。”以上のように Fernberger のおこなった挙揚重量実験の際の指示をほぼ踏襲するものである。この二つの指示において特に感覚の定位を刺激の位置におくことと、眼の位置におくことに関して強張り、訓練の後、二つの態度をある程度とりうることを確認してから本実験に入った。

刺激；第1実験と同様

結 果

Fig 4 は第1実験で得られた「まぶしさ」の等感覚曲線と本実験で得られた process attitude と仮定するところの等感覚曲線を並置したものである。結論を述べる前に被験者が刺激に対して process attitude と stimulus attitude をとりえたかどうかを検討しなければならない。3人の被験者

は共にはじめのうち目の位置に定位される感覚的経験を判断せよという指示に対し少なからぬとまどいを示したが、しだいに process attitude がどんなものであるかを自分なりにとらえられるようになったようである。彼らは刺激そのものを検索しようとする態度をすて、外在している刺激即ち遠刺激を見てはいるが、眼球の部位に定位されているところの「光がつきささるようなかんじ」「圧迫感」というような現象体験に注意して観察できるようになった。それは視野の周辺部に映る事物に注意を向け、識別をおこなうとするとときと類似した状態のようにもおもわれる。これを更に裏付けるごとく process attitude をとって観察していたときには気付かれなかったわずかのレンズのキズが stimulus attitude をとり観察したとたんに気付かれたというような事実があり、このことからもある程度の attitude の変換が可能だったと言えるのではないと思われる。Fig 4 は 3 人の被験者の平均値についてみたものであるが、この図からもわかるように「まぶしさ」判断としての等感覚曲線と process attitude による等感覚曲線はほぼ一致することから「まぶしさ」という表現によって示される原体験が高輝度刺激受容過程において成立する圧覚や痛覚等の光覚以外の様相の抽出、即ち process を抽出するといったかまえのもとに成立した現象体験であったとの解釈がなりたつのではなかろうか。

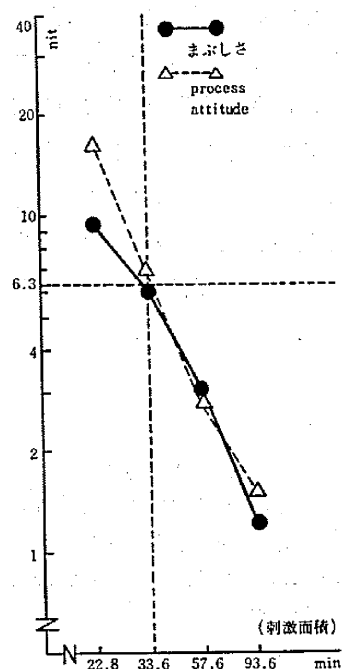


Fig. 4.

4. 今後の課題

以上、高輝度刺激条件において体験される「明るさの変化」と「まぶしさの変化」なる表現は異語同義的なものではなく各々異った現象体験に対して付した表現であることを明らかにした。

暗背景中の小円透過光という実験室的な極めて unfamiliar で controlled, measured stimulus に限った条件のもとでの現象体験を問題にしたわけであるが、このような限定された刺激状況においても、観察をしていくと「明るさ」や「まぶしさ」の変化だけでなく「かがやき」や「きらめき」や色彩の変化といった様々の表現によって言い表わされる現象を体験する。これらの表現がはたして異語同義的なものであるのかどうか、換言すれば、属性としての独自性が成立するのかわからないのかという疑問については更に今後の検討を要すると思われる。

更に、今回問題にした「まぶしさ」の概念について理解しようとするとき、このことばによって日常表現される内容は、もっと豊かなもののようにおもえる。即ち、「まぶしさ」は「かがやき」「きらめき」「ざらざら」といったことばで表わされる現象と密接なかわりをもつとともに bright であるがために静視できない、周囲がマスクされてしまうといった付帯現象を特に強調したいとき

に使われるようである。更に「まぶしさ」は限りなき美しさを表現することばでもあるようである。

今回の実験的研究においての「まぶしさ」は、「まぶしさ」ということばが持ついみあいの一面をのみとられたにすぎないのではないだろうか。「まぶしさ」の現象を研究するにあたり、その物理的対件を局所的刺激に限ることで満足しうるかどうかは問題であり、「まぶしさ」という表現語が持つ体験の重要な部分が落ちてしまっているのではないかという疑問が残る。更にこの独立変数たる物理的次元についての吟味をしなければならない。このような、物理的次元が必ずしも明瞭でなく、その表現の原体験が多次的性質をおもわせる概念をとりあつかおうとする場合、やはり、実験室的な局所的刺激からはなれてその現象をとりあつかうことが必要になってくるようにおもわれる。

参 考 文 献

- 1) Stevens, S. S. The Attributes of Tones. Proc. Nat. Acad. Sci., 1934, 20, 457-459.
Stevens, S. S. The Volume and Intensity of Tones. Amer. J. Psychol., 1934. 音の属性に関する Stevens, S. S. の文献はその他多数有る
- 2) Katz, D. The World of Colour. (translated from the German by Macleod, R. B. and Fox, C. W.) Johnson Reprint Corp.
- 3) 相馬一郎 彩度の研究 日本心理学会第26回大会発表論文集1962
- 4) 木村俊夫 色の鮮かさの概念 心理学評論 1962, 6, 131-133
- 5) Diamond, A. L. Brightness of a field as a function of its area. J. O. S. A., 1962, 700-706
- 6) 飯沼 巖 照明と網膜の生理 照明学会雑誌昭和30年
- 7) Fernberger, S. W. An experimental study of the "stimulus error." J. exp. Psychol., 1921, 63-76.